



⑯ ⑯ Offenlegungsschrift
⑯ ⑯ DE 3823010 A1

⑯ Int. Cl. 4:
G 11 B 9/06
H 04 N 1/29

⑯ Aktenzeichen: P 38 23 010.0
⑯ Anmeldetag: 7. 7. 88
⑯ Offenlegungstag: 21. 9. 89

Behördeneigentum

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

⑯ Anmelder:

Wild Leitz GmbH, 6330 Wetzlar, DE

⑯ Erfinder:

Schaefer, K.-D., 6336 Braufels, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

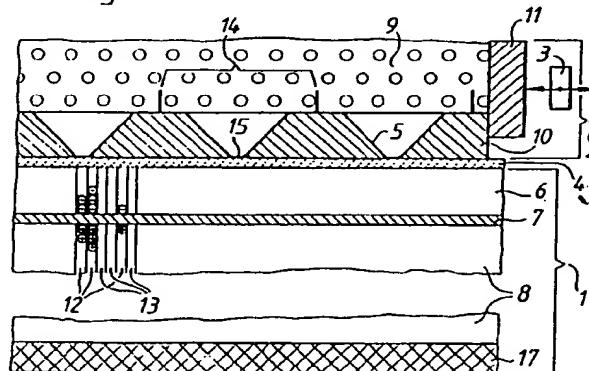
⑯ Anordnung zum Auslesen von Daten

Anordnung zum Auslesen von als elektrische Ladungsverteilung in einem mehrschichtigen Film (1) vorliegenden Daten, bei der

- eine Mehrzahl von Elektroden (5) in zueinander fester Lage einem Oberflächenbereich des mehrschichtigen Films (1) gegenüberliegend angebracht ist,
- die Elektroden (5) zur Informationsaufnahme wirksame Bereiche (15) aufweisen, die eine Ebene parallel zum Oberflächenbereich des mehrschichtigen Films (1) bilden,
- die Elektroden (5) parallel zum Oberflächenbereich des mehrschichtigen Films (1) gesteuert relativ bewegbar sind.

Dargestellt wird eine Ausführung für die Elektrophotographie und die Anwendung als RAM. Bei Verwendung der MNOS-Technologie sind Pixelgrößen von ca. 2 μm und ein Rastermaß bis herab zu ca. 10 μm machbar, wobei die Speicherung in den Pixeln analog mit einem Dynamik-Umfang bis ca. 10^3 oder digital erfolgen kann.

Fig. 1



Beschreibung

Aus der DE C2 30 18 529 ist eine Informations-Aufzeichnungs- und Wiedergabevorrichtung bekannt, welche elektrische Ladungsverteilungen in einem mehrschichtigen Film benutzt. Dabei wird die MNOS-Technologie (Metall-Nitrid-Oxid-Semiconductor) angewendet, d. h. eine Metallelektrode tastet einen Mehrschichtfilm aus Si_3N_4 , SiO_2 und mono- oder polykristallinem n- oder p-Silizium ab, der auf einem Metallträger aufliegt. Durch (ortsabhängiges) Anlegen geeigneter Spannungen zwischen Elektrode und Metallträger wird eine Daten wiedergebende Ladungsverteilung in dem Film als Verarmungsschicht im Si und dieser zugeordnete Ladungsansammlung im Si_3N_4 am Rand zum SiO_2 erzeugt.

Zum Auslesen der Daten wird mittels einer Wechselspannung zwischen Elektrode und Metallträger die Kapazität des Films, die durch die Verarmungsschicht beeinflußt wird, abgetastet.

Die Fläche der Elektrode von $1,5 \times 0,5 \mu\text{m}^2$ legt die Speicherdichte fest, bei digitaler Speicherung als Fläche pro Bit und bei analoger Speicherung als Spurbreite und Grenzwellenlänge. Typische Elektronendichte in der Si_3N_4 -Schicht ist dabei 10^3 Elektronen pro Elektrodenfläche. Es wird die Ausbildung als rotierende Scheibe mit bis zu zwei Abtastelektroden und die Verwendung von Siliconöl als Schmiermittel vorgeschlagen.

Mit einer Vielzahl fest auf einem derartigen Mehrschichtfilm aufgebrachter Steuerelektroden sind auch Speicherbausteine als MNOS-RAMs bekannt. Dies zeigen z. B. die DE-OS 24 20 370 und K. Goser, K. Knauer, "nonvolatile CCD memory with MNOS storage capacitors", IEEE J. Solid-State Circuits, vol. SC 9, (1974), 148-150.

Aus R. S. Withers et al. IEEE EL. Dev. Lett. EDL-1 (1980), 42 ff. ist es bekannt, daß MNOS-RAM mit 30 dB analog speichern können und daß Licht im Zusammenwirken mit elektrischen Feldern zum Abspeichern genutzt werden kann.

Aus der EP-A1 02 49 199 und EP-A2 02 49 214 ist ein elektrophotographisches Speichersystem bekannt, wo bei die schon beschriebene Schichtfolge Si_3N_4 , SiO_2 , Si über eine leitende n-dotierte Si-Schicht auf eine Al_2O_3 -Einkristallschicht aufgebracht ist. Daten, insbesondere Bilder, werden gespeichert, indem auf die Oberfläche der Si_3N_4 -Schicht durch eine Korona-Entladung Elektronen aufgebracht werden, so daß zwischen diesen und der n-Si-Schicht ein elektrisches Feld entsteht und durch Belichtung in der Si-Schicht erzeugte Photo-Elektron/Loch-Paare aus dieser abwandern, und zwar die Elektronen zur leitenden n-Si-Schicht, die positiven Löcher jedoch zur Si_3N_4 -Grenzschicht am SiO_2 -Isolator, welchen die Löcher "durchtunnen".

Auf der freien Oberfläche der Si_3N_4 Schicht entstehen den positiven Löchern zugeordnete Elektronenüberschüsse. Zum Auslesen dient ein Elektronenstrahl, der an der Oberfläche Sekundärelektronen auslöst. Die gespeicherte Information eines Flächenelements (Pixel) ergibt sich aus der Zahl der nachgewiesenen Sekundärelektronen.

Eine solche Elektronenstrahlanordnung kann nur im Vakuum betrieben werden.

Es wird die Speicherung von Bildern mit Pixelgröße etwa $2 \mu\text{m}^2$ und mit 20 bis 2×10^4 Elektronen pro Pixel beschrieben.

Die US-C 42 42 433 gibt ein elektrophotographisches Medium hoher Empfindlichkeit und großer Speicherdauer an. Ein dabei verwendeter Film besteht aus einem

Polyester-Träger, einer Widerstandsschicht aus InO und SnO_2 , aus einer photoleitenden polykristallinen CdS-Schicht und einer darauf aufgebrachten dielektrischen Isolierschicht aus SiO_2 , Si_3N_4 oder dergleichen.

Zur Bildaufnahme wird mit einer Zwischenschicht aus einer leitenden Flüssigkeit auf die Aufnahmefläche des Films eine Metallplatte aufgebracht. Eine Spannung zwischen dieser Metallplatte und der Widerstandsschicht erzeugt ein elektrisches Feld, in dem abhängig von der durch den Polyester-Träger erfolgenden Belichtung ein Ladungstransport durch die photoleitende Schicht erfolgt. Es wird dadurch eine belichtungsabhängige Ladungsverteilung auf der äußeren Oberfläche der dielektrischen Isolierschicht erzeugt, die nach Abschalten der Spannung und auch nach Entfernung der Metallplatte und der Flüssigkeit lange Zeit stabil bleibt.

Die Ladungsverteilung kann mit einem in der Elektrophotographie üblichen Toner direkt als Schwärzungssverteilung gewonnen werden. Es wird auch vorgeschlagen, die Ladungsverteilung mit einem Elektronenstrahl abzutasten.

Die EP-A1 01 90 404 lehrt die Verwendung eines solchen Films zur thermisch gesteuerten Aufzeichnung von Daten.

Bei den bekannten Speichermethoden mit elektrischer Ladungsverteilung in einem mehrschichtigen Film werden zum einen Teil die Daten bzw. Bildpunkte einzeln seriell abgetastet — mit einer bewegten Elektrode oder einem Elektronenstrahl. Das erfordert eine große Zeitdauer für das komplette Auslesen aller Daten, neben spezifischen Schwächen wie Verschleiß oder Notwendigkeit eines Vakuums.

Der simultane Zugriff auf alle Elemente zeigt ebenfalls Nachteile. Die Speicherdichte eines MNOS-RAM ist wegen der erforderlichen fixierten ebenen Strukturen auf ein Bit pro Fläche einer Funktionszelle eines IC (ca. $6 \mu\text{m}^2$ bei 1 M Bit RAM) beschränkt. Wird das elektrostatische Bild mit Toner sichtbar gemacht, dann sind Bildbearbeitungen, wie Maßstabsveränderungen, Kontrastaufbereitung usw. nicht direkt möglich, was bei einer Auslesung mit elektronischen Signalen aber einfach zu realisieren ist.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Anordnung anzugeben zum Auslesen von Daten, die als elektrische Ladungsverteilung in einem mehrschichtigen Film vorliegen, bei der elektrische Signale erzeugt werden, welche die volle Datenspeicherkapazität des Speichers ausnutzen kann, und die eine hohe Auslesegeschwindigkeit ermöglicht. Die Ladungsverteilung im Speicher soll durch das Auslesen nicht gelöscht oder nachhaltig verändert werden, so daß eine Vielzahl von Auslesevorgängen möglich ist.

Die Anordnung soll geeignet sein, mit einer großen Bandbreite lokale Ladungsdichten proportional wiederzugeben und soll so als gespeicherte Daten sowohl digitale und analoge Daten als auch Bilder auslesen können.

Die Bauelemente der Anordnung sollen zumindest bei vielen Ausführungsformen der Erfindung auch beim Einlesen der Daten mitverwandt werden können und so einen sparsamen Aufbau der gesamten Speichereinheit ermöglichen.

Gelöst wird diese Aufgabe bei einer gattungsgemäßen Anordnung durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Ge- genstand der Unteransprüche 2 bis 10.

Die Erfindung geht aus von der Erkenntnis, daß sich durch simultane Rasterverfahren mit gleichzeitiger Ab-

tastung einer Vielzahl von Objektpunkten Vorteile aus Punkt-Rasterverfahren und Gesamtaufnahmeverfahren vereinen lassen.

Die Halbleiter-Produktionstechnik bietet die Möglichkeiten, geeignete, gleichmäßig strukturierte Anordnungen genügend feiner Elektroden herzustellen, die auch gleichmäßig in einer Ebene liegen.

Pyramidenstumpfförmige Metallelektroden mit ca. $2 \mu\text{m}^2$ Deckfläche können so gut in einem Raster von z. B. $10 \mu\text{m}^2$ Elementfläche auf einem Halbleitersubstrat erzeugt werden.

Aus C. A. Spindt et al. J. Appl. Phys. 47 (1976), 5248–5263 ist ein Verfahren zum Erzeugen von Metallkegeln mit Spitzenradien von 500 Angström bekannt, bei dem durch eine Apertur in einer überlagerten Schicht ein Metallkegel aufgedampft wird. Raster mit über 10^3 Spitzen werden beschrieben, nur die gezeigte Anwendung — Feldemissionselektroden — beschränkt die realisierte Rasterdichte.

Auch das LIGA-Verfahren, E. W. Becker, W. Ehrfeld, Phys. Bl. 44 (1988), 166 ff., das in einem Mehrstufenprozeß Lithographie mit Synchrotronstrahlen, Galvanoformung und Abformung anwendet, ist zur Erzeugung freistehender Strukturen im μm -Bereich geeignet, wobei auch säulenförmige Elektroden möglich sind. Das Verfahren erlaubt eine kostengünstige Vervielfältigung der Strukturen und zeigt das störungsfreie Auffüllen kleinsten Zwischenräume.

Die erfindungsgemäße Elektroden können als Gates von Feldeffekttransistoren ausgebildet sein, die dann unmittelbar eine erste Verstärkerstufe bilden.

Zum Beispiel aus der Technik der CCD (Charge Coupled Devices) ist die Integration von Verarbeitungsschaltungen auf dem gleichen Substrat bekannt. Die nahe Verwandtschaft der MNOS- und CCD-Technologie (K. Goser a. a. O.) sichert dabei eine einfache Übertragbarkeit.

Die Furchen zwischen den Elektroden können mit einem Isoliermaterial aufgefüllt werden, so daß die Vielfach-Elektroden-Anordnung eine sehr gut ebene Oberfläche erhält.

Mit einem eingebrachten Schmierfilm (vgl. US-C 42 42 433) aus einer dielektrischen Flüssigkeit, etwa einem Silikonöl, kann die Vielfach-Elektroden-Anordnung dann verschleißfrei und kontaminationsfrei mit stabilem Abstand parallel zum mehrschichtigen Film dem Speichermedium, bewegt werden.

Wenn die Vielfach-Elektroden-Anordnung etwa gleiche Abmessungen wie der genutzte Bereich des mehrschichtigen Films hat, dann sind für die Relativbewegung nur kleine Amplituden, etwa so groß wie der Elektrodenabstand im Raster erforderlich. Dann können Piezo-Antriebe hoher Geschwindigkeit und Genauigkeit vorteilhaft eingesetzt werden.

Die Zahl der Elektroden, ihr Rasterabstand, lineare oder flächige Anordnung können beliebig der konkreten Aufgabenstellung für die Speicher-Lese-Einheit und der verfügbaren Datenverarbeitungskapazität am Ausgang angepaßt werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt. Es zeigt

Fig. 1 ein unmaßstäbliches schematisches Schnittbild eines mehrschichtigen Films zur Speicherung mittels elektrischer Ladungsverteilung mit einer erfindungsgemäßen beweglichen Vielfach-Elektroden-Anordnung zum Auslesen;

Fig. 2 eine Skizze einer Elektrodenmatrix in einer Momentanstellung über einer Matrix von Speicherele-

menten;

Fig. 3 eine Skizze einer anderen Elektrodenmatrix, die nur eine Bewegung in einer Dimension erfordert;

Fig. 4 schematisch eine erfindungsgemäße Anordnung in einem Gerät zur Elektrophotographie.

Fig. 1 zeigt einen mehrschichtigen Film 1 als elektrostatischen Ladungsspeicher und eine Vielfach-Elektroden-Anordnung 2 mit einer Antriebseinheit 3, welche die Vielfach-Elektroden-Anordnung 2 über ein Kupplungsstück 11 zum Auslesen der Daten parallel zum mehrschichtigen Film 1 bewegen kann. Ein Schmierfilm 4 aus Silikonöl ist als Grenzschicht zwischen den beiden Hauptelementen 1 und 2 der Anordnung dargestellt.

Die Metall-Elektroden 5 in der Vielfach-Elektroden-Anordnung 2 bilden mit den Schichten von Nitrid (Si_3N_4) 6, Oxid (SiO_2) 7 und Semiconductor (Si) 8 einen Vielfach-MNOS-Speicherkondensator, der mit Ausnahme der Ausführung mit vielen Metall-Elektroden 5 z. B. aus der DE-C2 30 18 529 im Prinzip bekannt ist.

Die Form der Metall-Elektroden 5 ist Pyramidenstümpfen ähnlich. Sie sind auf einem Halbleiter-Substrat 9 aufgebracht, das auch nicht näher dargestellte Teile der Auswerteschaltung trägt. Die Zwischenräume zwischen den Metall-Elektroden 5 sind mit einem Isolator 10, z. B. SiO_2 , aufgefüllt. Entscheidendes Merkmal ist jedoch die regelmäßige, geordnete Anordnung einer Vielzahl — Größenordnung 10^2 und mehr — solcher Elektroden 5 in einer Ebene. Im einfachsten Fall sind die Elektroden 5 eindimensional in einer Reihe angeordnet.

Fig. 2 zeigt schematisch eine solche Anordnung mit einem zweidimensionalen Raster 14. Über einem Feld des Speicherfilms 1 mit hellen 12 und dunklen 13 Pixeln sind in einem quadratischen, schachbrettartigen Raster 14 mit z. B. 25facher Fläche eines Pixels 12, 13 die Elektroden 5 angeordnet. Ihre wirksamen Elektrodenspitzen 15 haben etwa die Fläche eines Pixels 12, 13. Zur vollständigen Auslesung des Speichers bzw. zur kompletten Bildabtastung ist die gesamte Elektrodenanordnung 2 in zwei Dimensionen (x, y) nur um jeweils die Seitenlänge eines Elements des Rasters 14 zu verschieben. Dazu dienen die Antriebseinrichtungen 3a, 3b.

Fig. 3 zeigt ein Schema einer Vielfach-Elektroden-Anordnung 2 über einem mehrschichtigen Film 1, bei der zur vollständigen Abtastung nur eine Bewegung in einer Dimension (x) mit einer Antriebseinrichtung 3a erforderlich ist. Die Anordnung der Elektrodenspitzen 15 im Raster der Vielfach-Elektroden-Anordnung 2 ist dabei ähnlich der Anordnung der einzelnen Druckpunkte bei hochauflösenden Matrixdruckköpfen. Die in einer (x) Richtung nebeneinander angeordneten Rasterelemente 14 sind in der anderen (y) Richtung jeweils um die Kantenlänge der Elektrodenspitzen 15 versetzt. Nebeneinander (x -Richtung) sind dann nur soviele Elektroden 5 erforderlich, wie ausreichen, daß die Summe ihrer Kantenlängen der Elektrodenspitzen 15 gerade die Kantenlänge 16 in der anderen (y) Richtung der Rasterelemente ergibt. Erstreckt sich die Vielfach-Elektroden-Anordnung 2 dann in der anderen (y) Richtung über die ganze Breite der Speicherfläche auf dem mehrschichtigen Film 1, so genügt zum vollständigen Auslesen der gespeicherten Daten eine Relativbewegung in einer (x) Richtung der Vielfach-Elektroden-Anordnung 2 gegenüber dem mehrschichtigen Film 1, erzeugt durch eine Antriebseinheit 3a, die über ein Kupplungsstück 11 an der Vielfach-Elektroden-Anordnung 2 angreift.

Bei geeigneter Ausführung der im Substrat 9 integrierten Schaltung ist es auch ohne weiteres möglich, Daten elektrostatisch einzulesen, wobei die Metall-

Elektroden 5 gegenüber der Gegenelektrode 17 auf ein geeignetes Einles-Potential gebracht werden, entsprechend z. B. DE-C2 30 18 529.

Zum simultanen Einlesen auf alle Pixel 12, 13 der Speicherfläche des mehrschichtigen Films, also z. B. zur Elektrophotographie, ist es vorteilhaft, eine homogene Flächenelektrode 18 vorzusehen, die zum Einlesen statt der Vielfach-Elektroden-Anordnung 2 an den mehrschichtigen Film 1 angelegt wird. Fig. 4 zeigt ein Beispiel dafür.

Ein mehrschichtiger Film 1 in lichtempfindlicher Ausführung, z. B. nach EP-A1 02 49 199 oder US-C 42 42 433 wird in einem Bereich, an dem eine Flächenelektrode 18 anliegt, von Licht 19, das mittels eines Objektivs 20 ein Bild ergibt, bestrahlt. Wird gleichzeitig zwischen der Flächenelektrode 18 und einer im mehrschichtigen Film 1 enthaltenen Gegenelektrode 17 (vgl. Fig. 1) ein geeignetes elektrisches Feld erzeugt, so wird das vom Licht 9 dargestellte Bild abgespeichert. Ein Aufrollmechanismus 21a, b erlaubt es, verschiedene Flächenausschnitte des mehrschichtigen Films 1 zur Belichtung dem Bereich der Flächenelektrode 18 zuzuführen. Zugleich dient dieser Aufrollmechanismus 21a, b dazu, die Flächenausschnitte mit gespeicherten Bildern der Vielfach-Elektroden-Anordnung 2, z. B. ausgeführt nach Fig. 3, zuzuführen und die Relativbewegung zum Auslesen zu erzeugen.

Die Beispiele zeigen, daß das Wesen der Erfindung unabhängig ist von der konkreten Auswahl des Aufbaus des mehrschichtigen Films 1, des Verfahrens zum Einlesen der Daten, der Art der Daten, von Details des Aufbaus der Vielfach-Elektroden-Anordnung 2 und von der Art der Erzeugung der Relativbewegung (Antriebseinheit 3, 21).

35

Patentansprüche

1. Anordnung zum Auslesen von als elektrische Ladungsverteilung in einem mehrschichtigen Film (1) vorliegenden Daten, dadurch gekennzeichnet, daß

40

- eine Mehrzahl von Elektroden (5) in zueinander fester Lage einem Oberflächenbereich des mehrschichtigen Films (1) gegenüberliegend angebracht ist,

- die Elektroden (5) zur Informationsaufnahme eine wirksame Bereiche (15) aufweisen, die eine Ebene parallel zum Oberflächenbereich des mehrschichtigen Films (1) bilden,

- die Elektroden (5) parallel zum Oberflächenbereich des mehrschichtigen Films (1) gesteuert relativ bewegbar sind.

45

2. Anordnung zum Auslesen von Daten nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (5) ein lineares Array bilden.

3. Anordnung zum Auslesen von Daten nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (5) ein ebenes Raster bilden (Fig. 2, 3).

55

4. Anordnung zum Auslesen von Daten nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Daten ein elektrophotographisches Bild mit einer bestimmten Pixelfläche (12, 13) sind und die Elektroden (5) eine wirksame Fläche (15) aufweisen, die in der Größenordnung der Pixelfläche (12, 13) liegt (Fig. 2, 4).

60

5. Anordnung zum Auslesen von Daten nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Daten in einem bestimmten Flächenmuster mit Flächenelementen (12, 13) gespeichert sind und die Elektroden

(5) eine wirksame Fläche (15) aufweisen, die in der Größenordnung der Fläche eines Flächenelements (12, 13) liegt.

6. Anordnung zum Auslesen von Daten nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Daten digital gespeichert sind.

7. Anordnung zum Auslesen von Daten nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Daten analog gespeichert sind und jedes Flächenelement (12, 13) einen Dynamik-Umfang von der Größenordnung Eintausend erreicht.

8. Anordnung zum Auslesen von Daten nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (5) als Mikro-Spitzen ausgebildet sind, so daß ihre wirksame Fläche (15) kleiner als ihre Grundfläche ist (Fig. 1, 2, 3).

9. Anordnung zum Auslesen von Daten nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß Zwischenräume zwischen den Elektroden (5) mit Isolierstoff (10) ausgefüllt sind.

10. Anordnung zum Auslesen von Daten nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem mehrschichtigen Film (1) und den Elektroden (5) ein flüssiges Dielektrikum (4) eingebracht ist (Fig. 1).

11. Anordnung zum Auslesen von Daten nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (5) zusammen mit Teilen einer Auswerteelektronik auf einem Halbleitersubstrat (9) aufgebracht sind (Fig. 1).

12. Anordnung zum Auslesen von Daten nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (5) als Gate-Elektroden von Feldeffekttransistoren ausgebildet sind, die einen Teil der Auswerteelektronik bilden.

13. Anordnung zum Auslesen von Daten nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ihre Verwendbarkeit zur Durchführung von Speichervorgängen.

3823010

Nummer: 38 23 010
Int. Cl. 4: G 11 B 9/06
Anmeldetag: 7. Juli 1988
Offenlegungstag: 21. September 1989

Fig. 1

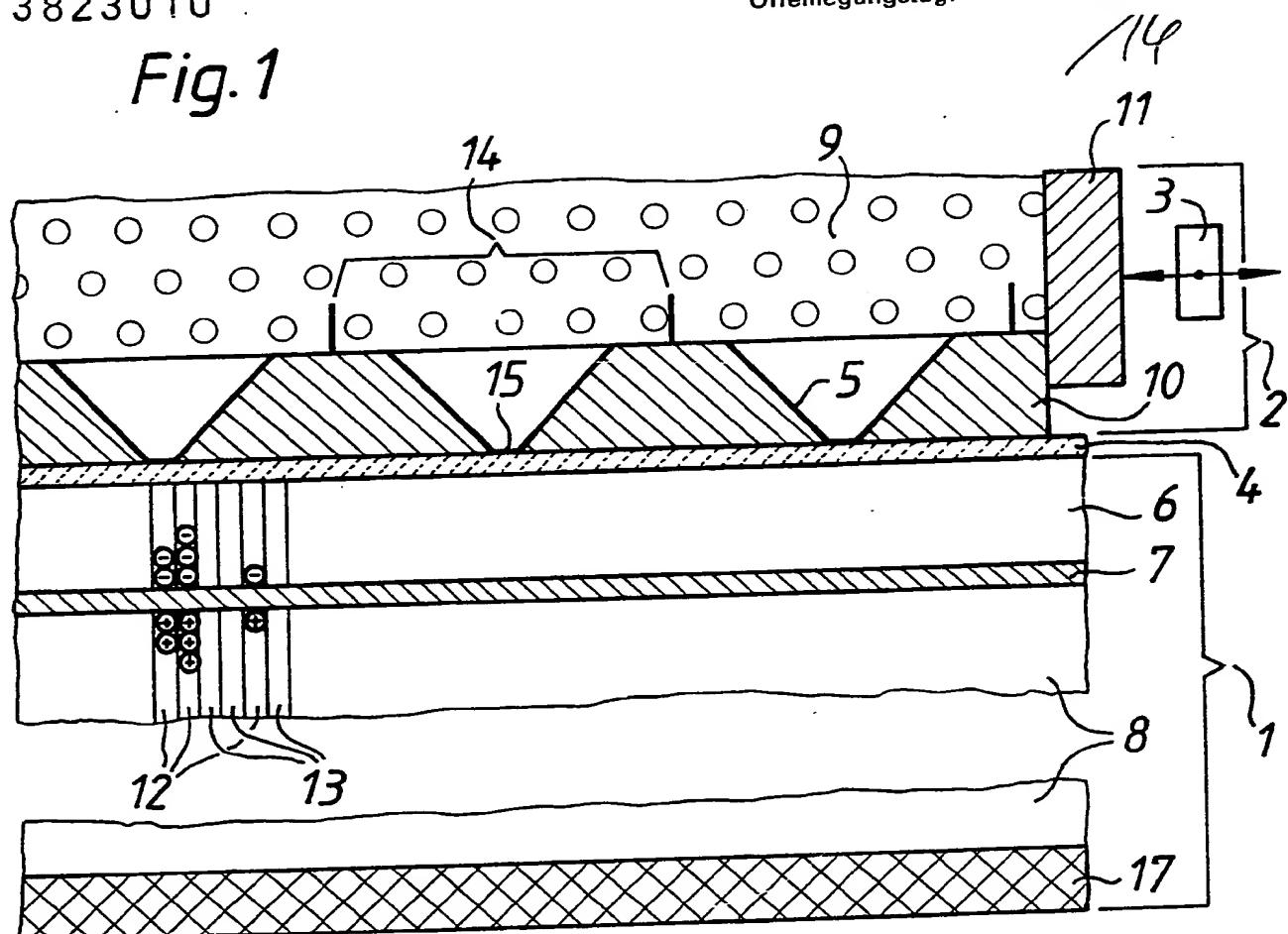
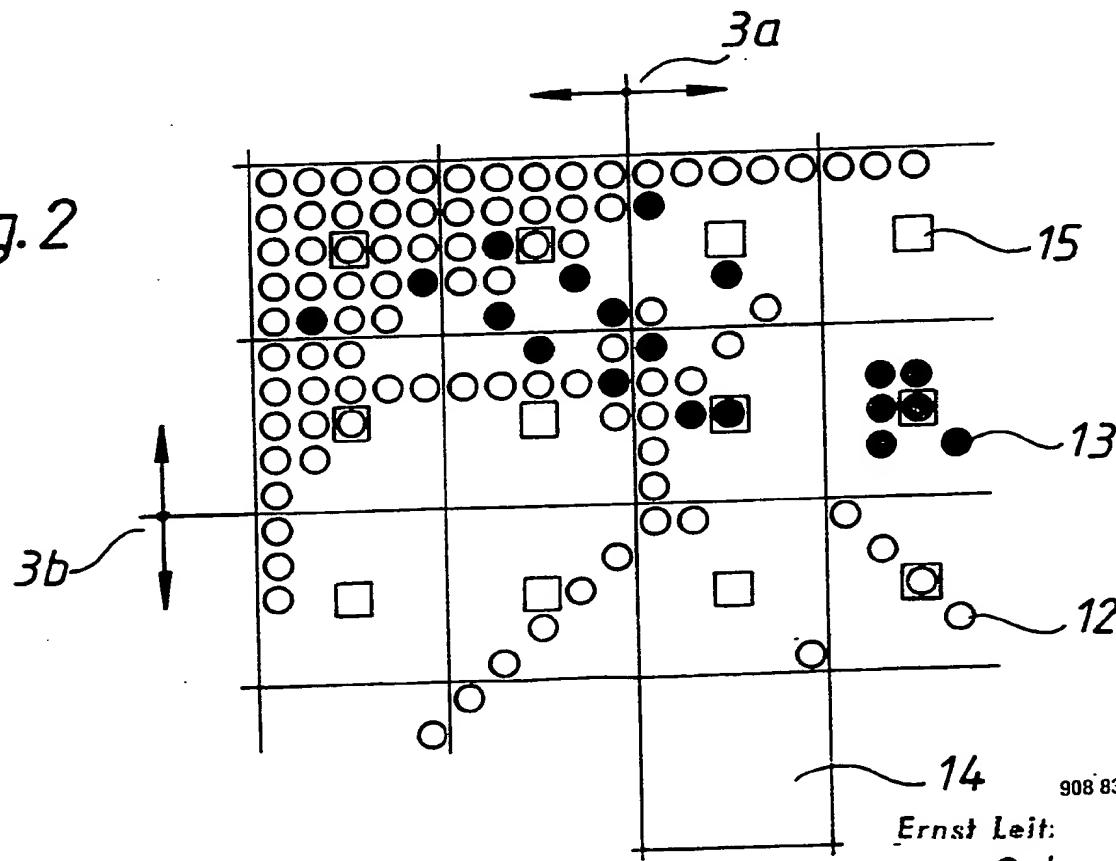


Fig. 2



908 838/455

Ernst Leit:
Gmt

3823010

Fig. 3

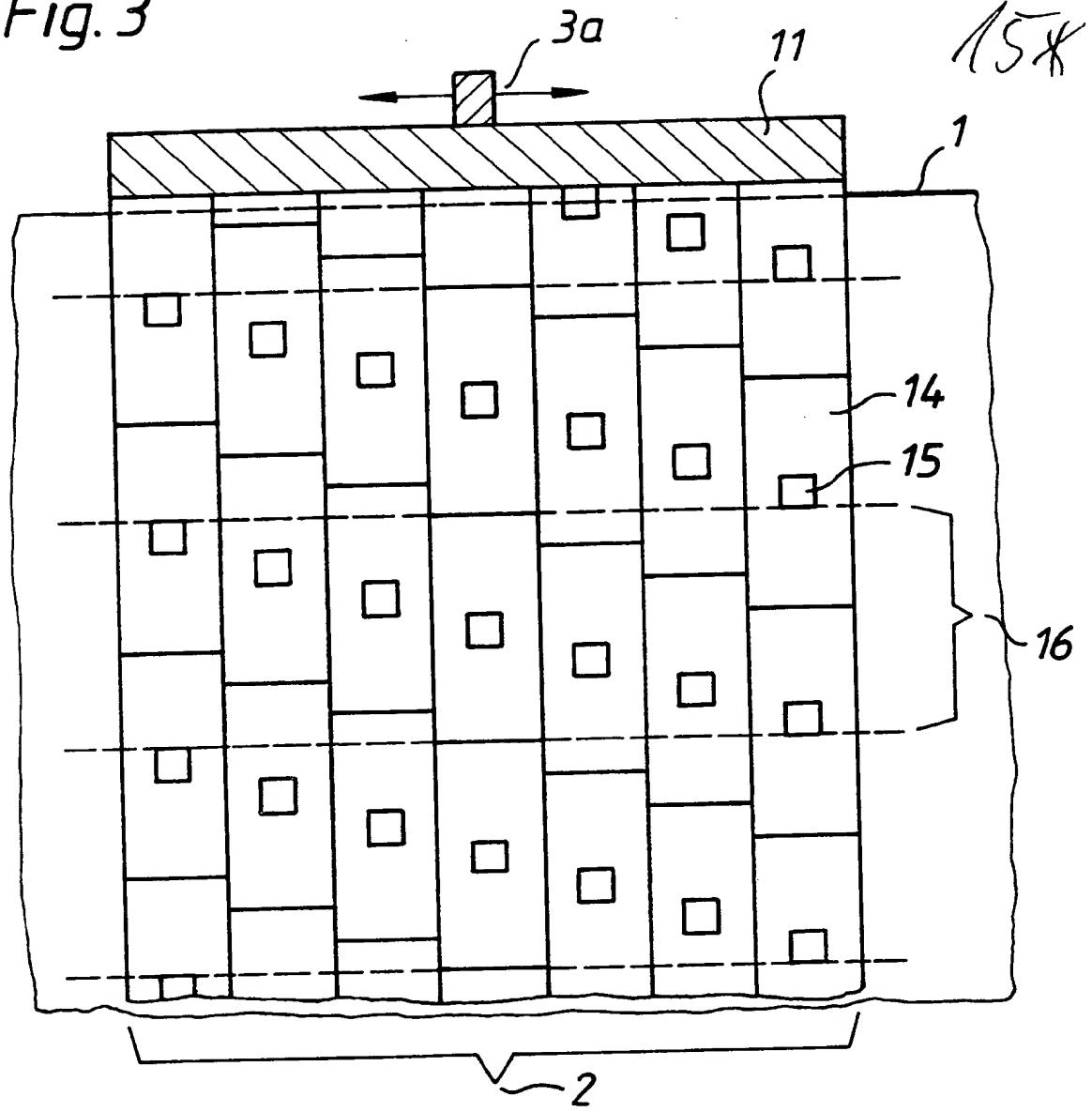


Fig. 4

